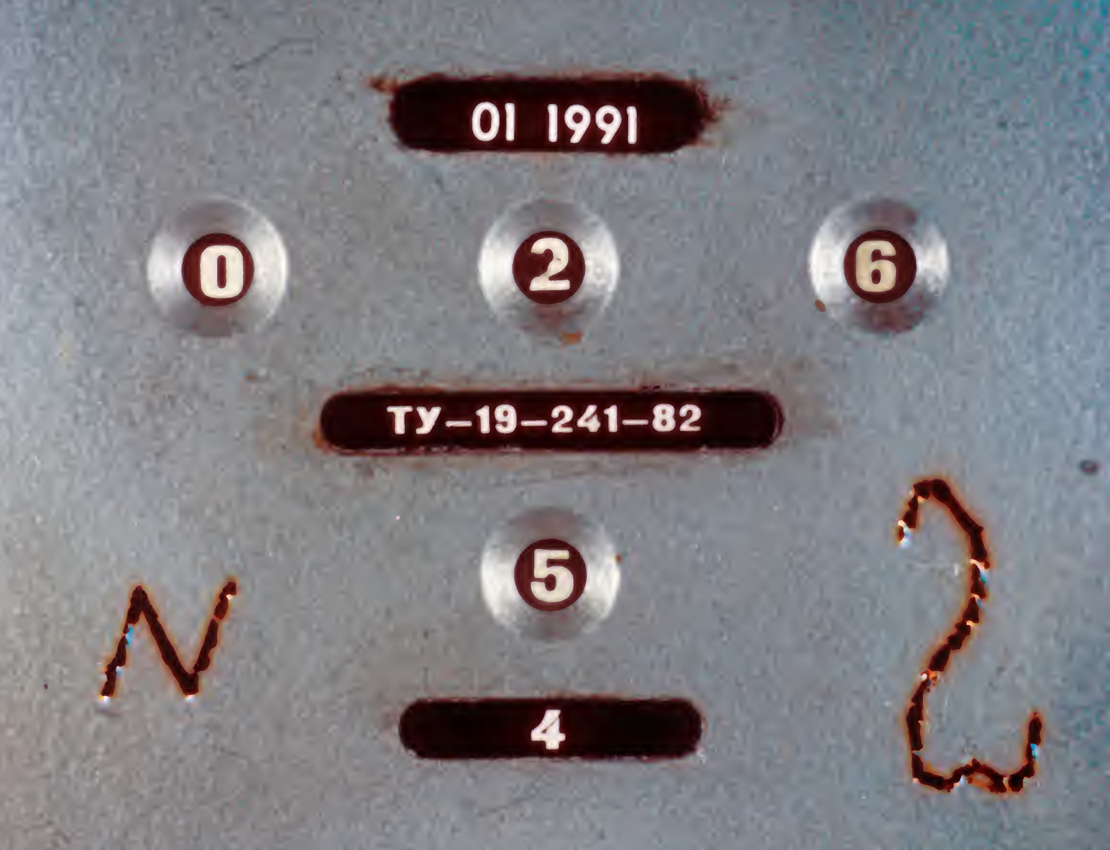
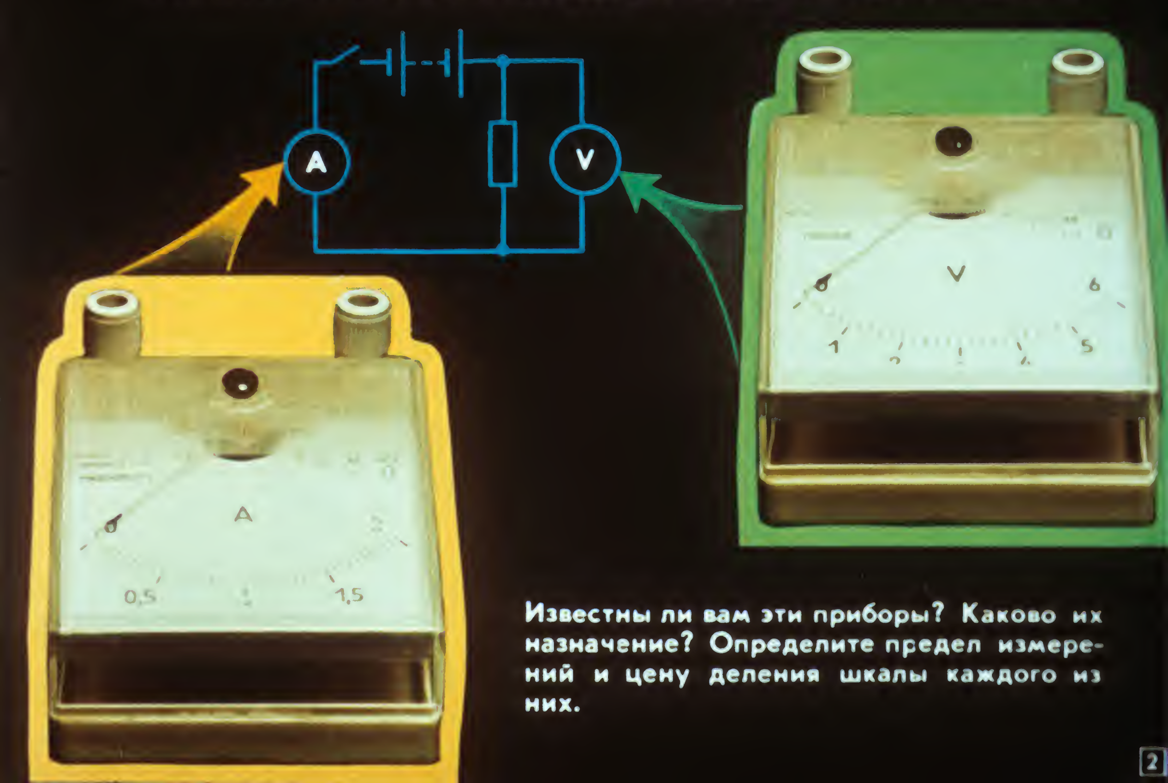

01 1991
0
2
6
ТУ–19–241–82
5
4


студия
ДИАФИЛЬМ

07—3—675


ЭЛЕКТРОИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ
ПРИБОРЫ
Диафильм по физике
для VIII, X классов

Фрагмент I. ПОНЯТИЕ ОБ ЭЛЕКТРОИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРАХ (VIII кл.)



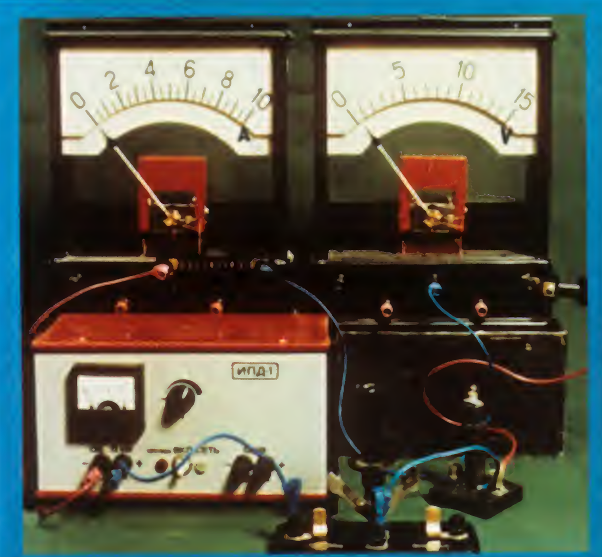
Известны ли вам эти приборы? Каково их назначение? Определите предел измерений и цену деления шкалы каждого из них.

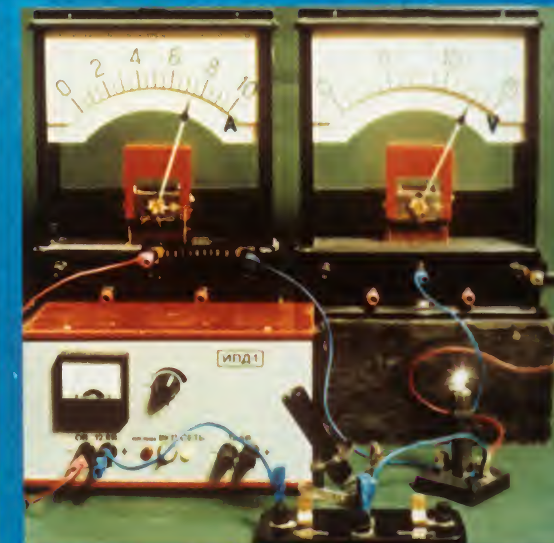
Включение электроизмерительных приборов не должно вызывать значительных изменений силы тока в участках цепи.



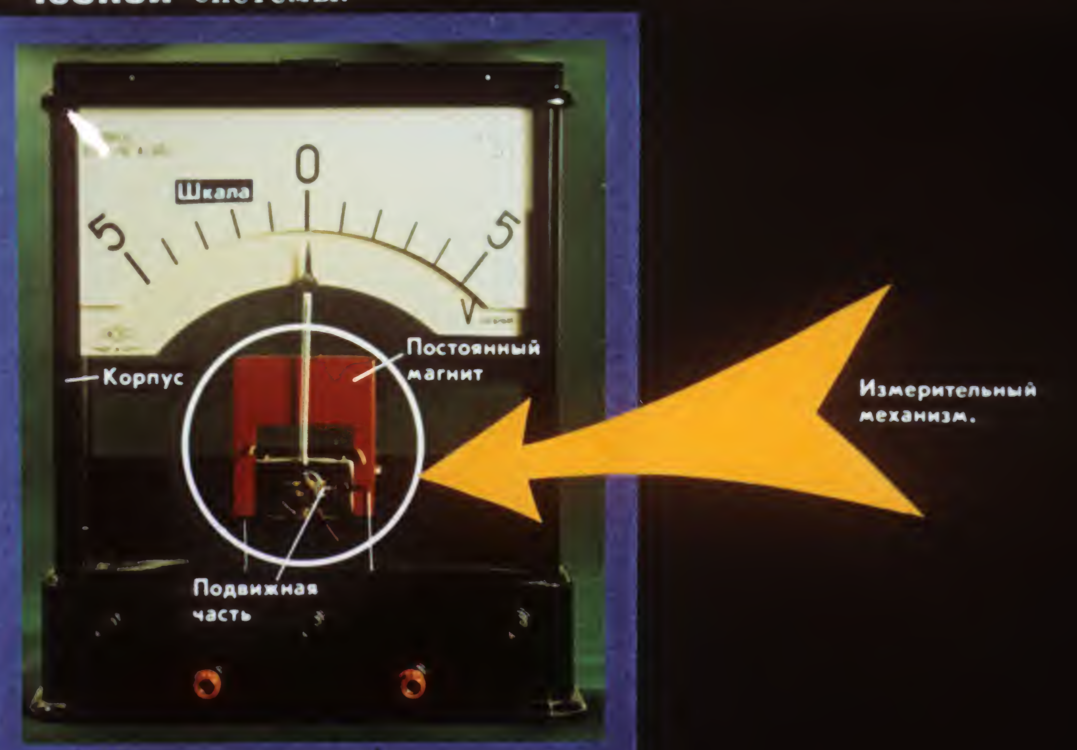
Каким сопротивлением должен обладать амперметр? Вольтметр?

Перемещение стрелок измерительных приборов — результат преобразования электрической энергии в механическую. Это преобразование осуществляет **измерительный механизм.**

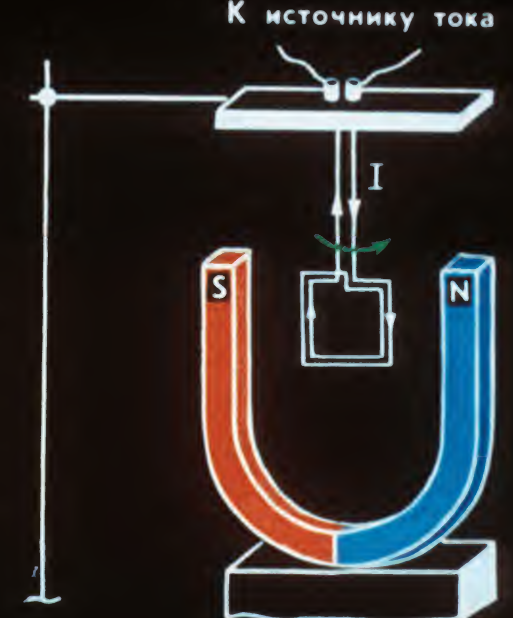




Демонстрационные гальванометры (амперметр, вольтметр) обладают измерительным механизмом **магнитоэлектрической** системы.



В основе этого механизма—вращающее действие магнитного поля на рамку с обмоткой, по которой протекает электрический ток. Как расположится рамка в конечном счете?



В измерительном механизме рамку с обмоткой устанавливают на полуосях и снабжают стрелкой. Спиральные пружины, припаянные к полуоси, противодействуют повороту рамки в магнитном поле.

Зажимы прибора

Стрелка

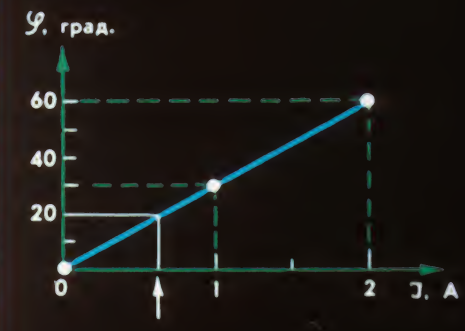
Полуоси



Электрическая схема измерительного механизма.

Стальной цилиндр

Угол поворота рамки оказывается пропорциональным силе тока, протекающего в обмотке.



Чтобы получить прибор с необходимым внутренним сопротивлением для измерений силы тока или напряжения, к обмотке присоединяют дополнительные сопротивления (R).



Схема амперметра

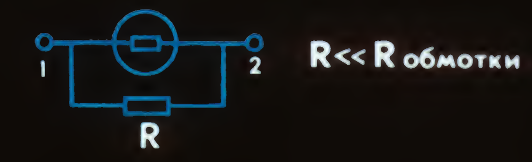


Схема вольтметра

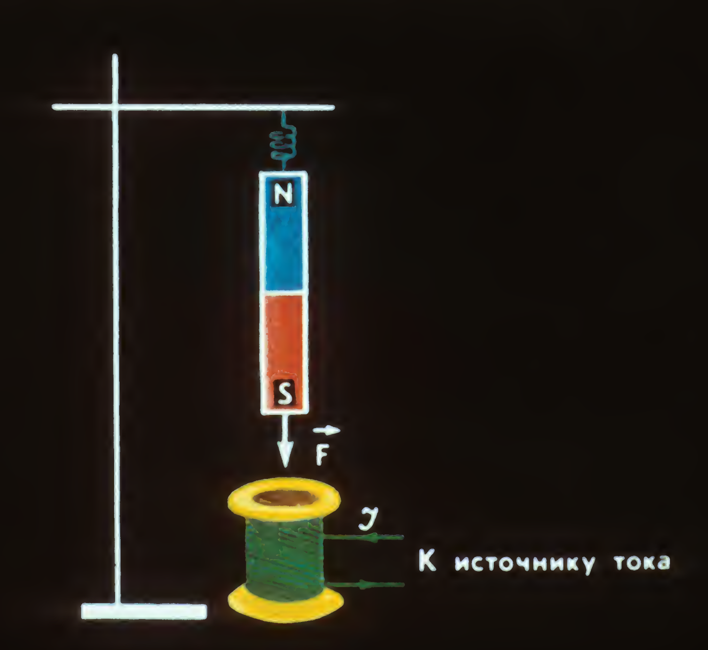
R >>R обмотки



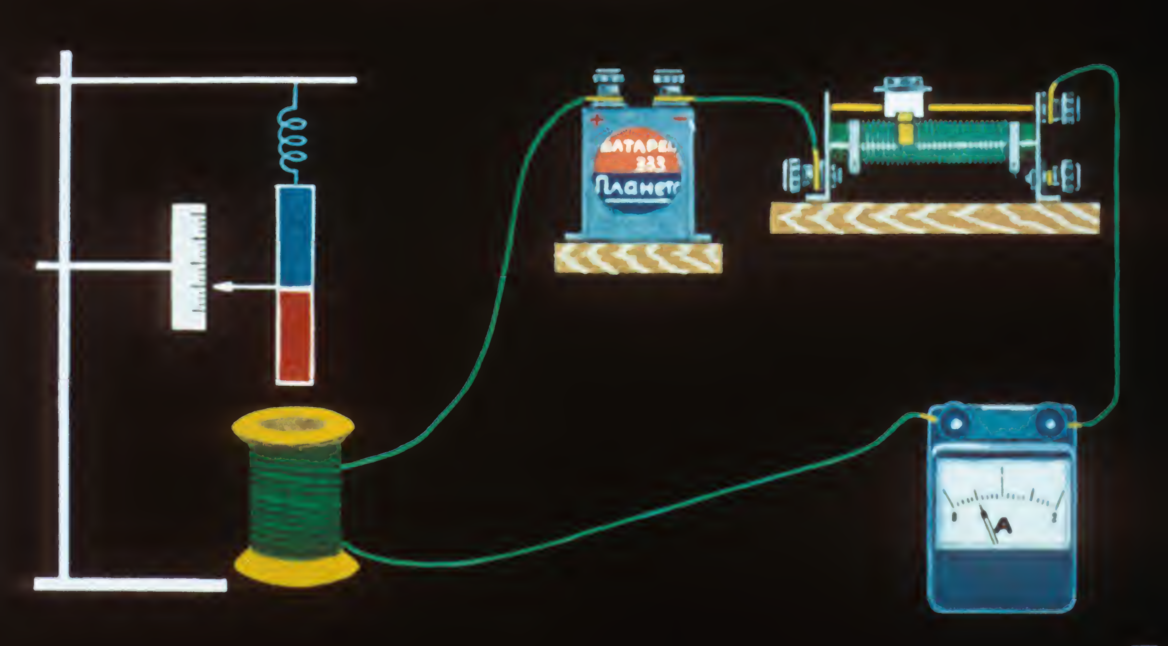
Условное обозначение измерительного механизма

$R_{1,2} \approx R$

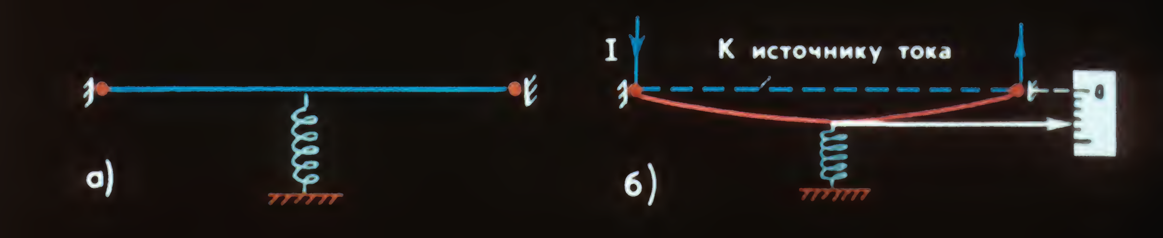
Существуют измерительные механизмы других систем. Например, в **электромагнитных** приборах используются магнитные свойства катушки с током.



Перемещение постоянного магнита, закрепленного на пружине, будет пропорционально силе тока, протекающего по обмотке катушки.



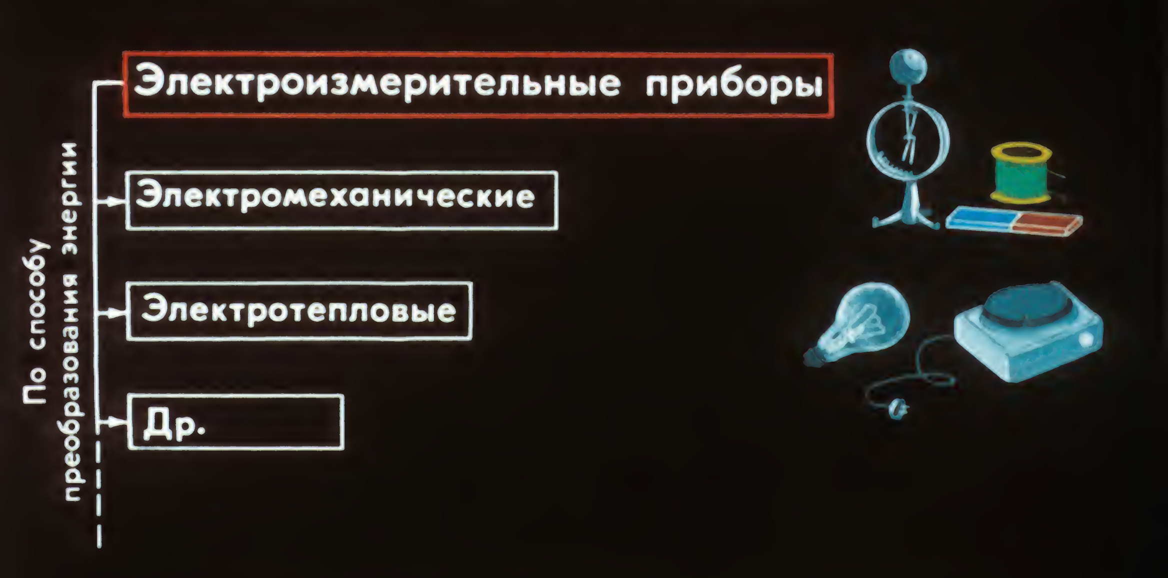
В измерительных механизмах возможно использование **теплового** действия электрического тока. Первоначально туго натянутый проводник (а) в результате нагревания удлиняется и провисает (б). Остается лишь произвести градуировку шкалы.



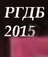
В современных лабораториях и на производстве на смену стрелочным приходят цифровые электроизмерительные приборы.



Фрагмент II. ПРИНЦИПЫ ДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ (X кл.)



В этом фрагменте вы познакомитесь с устройством приборов различных видов.



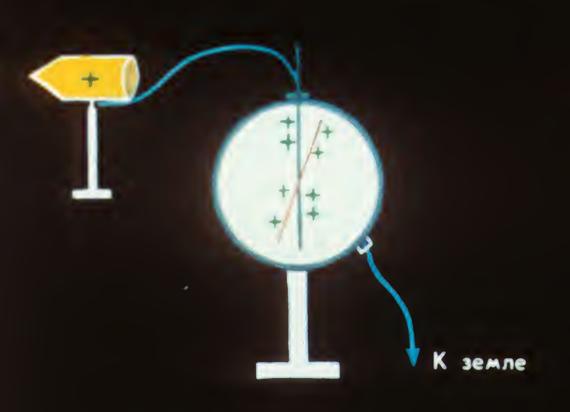
Изолятор

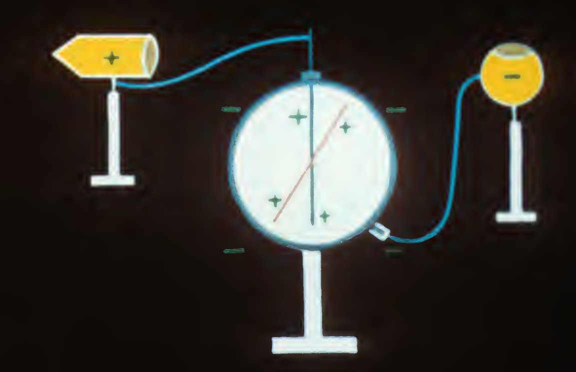
Простейший **электростатический** измерительный прибор—электрометр. Он показывает значение разности потенциалов между стержнем и своим металлическим корпусом.

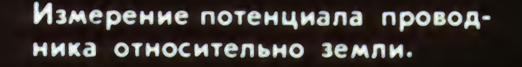
Условное обозначение электростатического измерительного механизма



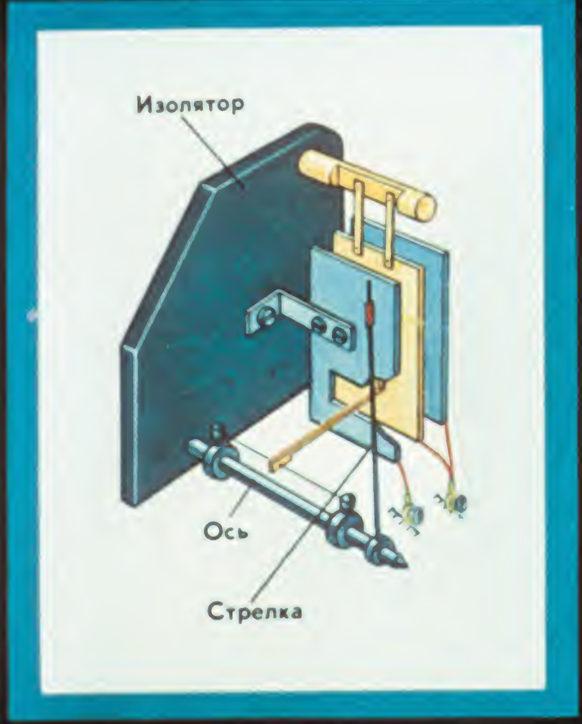
Внешние электрические поля не оказывают влияния на показания электрометра. Почему?





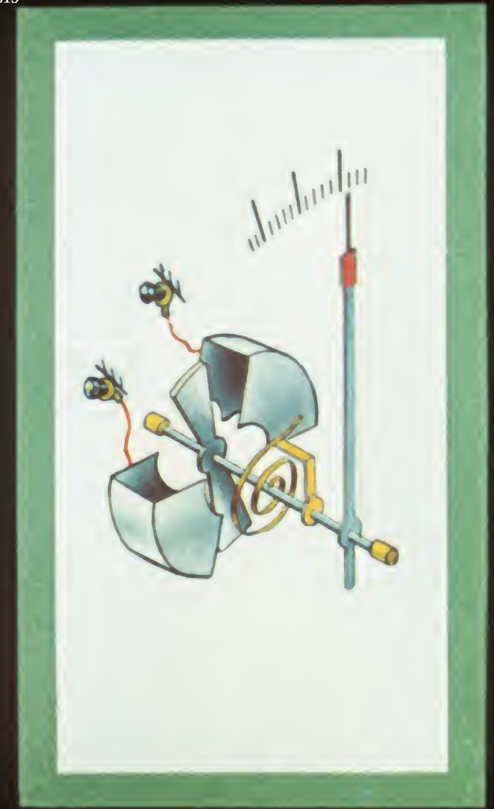

Измерение потенциала проводника относительно земли.

Измерение разности потенциалов двух заряженных тел.



Измерительный механизм электростатического вольтметра.

При включении прибора в цепь пластины, соединенные с зажимами, приобретают заряды. Подвижная пластина под действием электрического поля закрепленных пластин смещается из первоначального положения и поворачивает ось с установленной на ней стрелкой.



Подвижная металлическая пластина может оставаться в целом электрически нейтральной. В результате электростатической индукции на ее концах возникают заряды, которые притягиваются к зарядам неподвижных проводников, соединенных с зажимами.



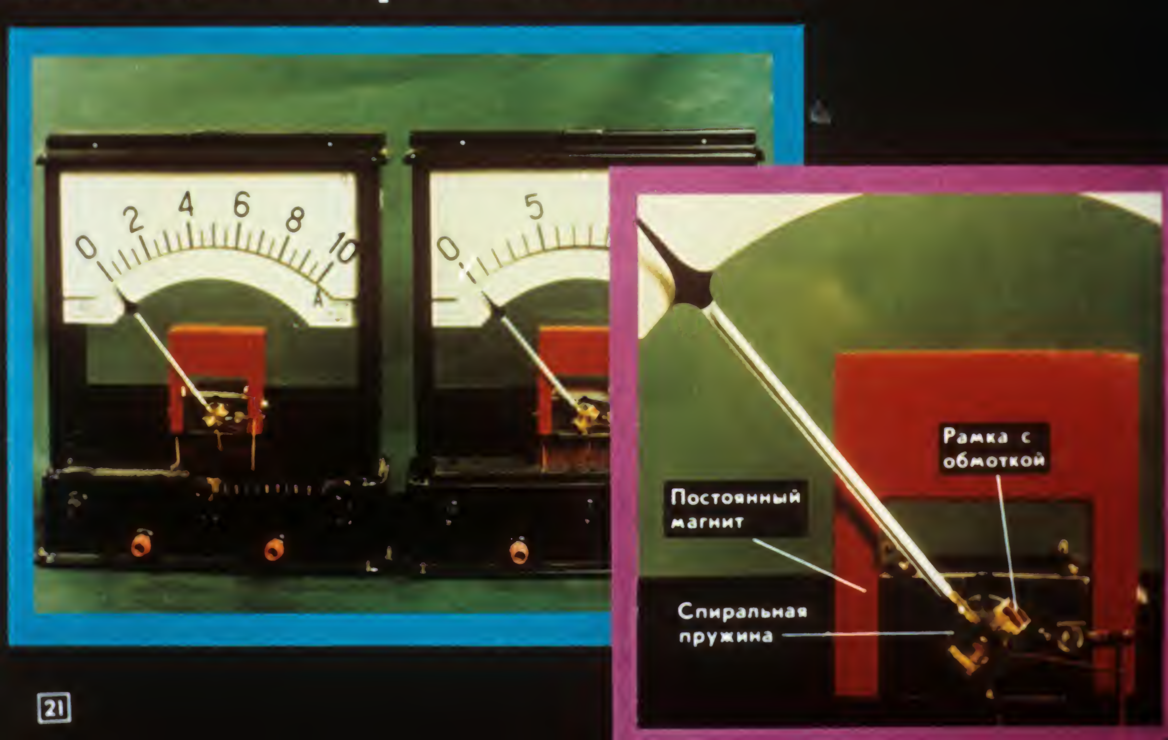
А в этом электростатическом измерительном механизме вместо стрелки используется световой указатель. Подвижная пластина, приобретая электрический заряд, втягивается в пространство между неподвижными пластинами, несущими заряд противоположного знака.

Применение световых указателей повышает чувствительность электроизмерительных приборов.

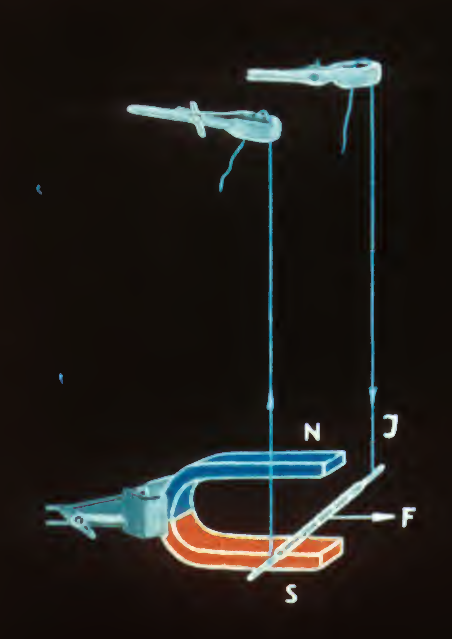


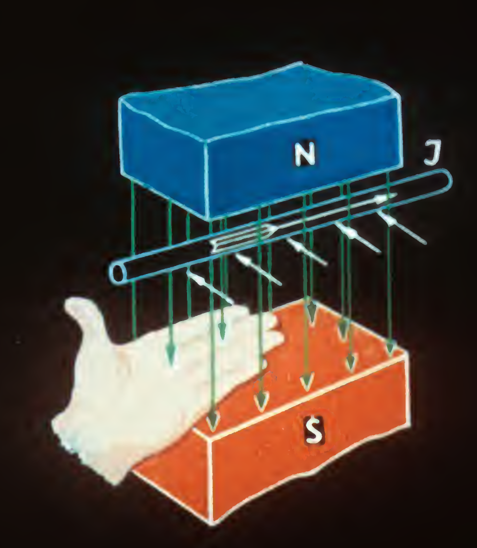
Гальванометр со световым указателем.

Демонстрационные амперметры и вольтметры школьного кабинета физики имеют измерительный механизм **магнитоэлектрической** системы.



Чтобы уяснить принцип работы этого механизма, вспомните, какое действие оказывает магнитное поле на проводник с электрическим током.







Плоский контур с током на оси, помещенный между полюсами постоянного магнита, установится перпендикулярно линиям магнитной индукции. Если ось удерживается пружинами, то контур повернется на угол, пропорциональный силе тока. Силы упругости деформированных пружин уравновесят вращающее действие магнитного поля.



Перед началом работы с прибором его стрелка должна быть установлена в положение «0» по шкале. Этого добиваются поворотом корректора.

Измерительный механизм магнитоэлектрического типа и его условное обозначение



Чтобы снизить входное сопротивление прибора, параллельно обмотке измерительного механизма включают проводник с малым сопротивлением—шунт.



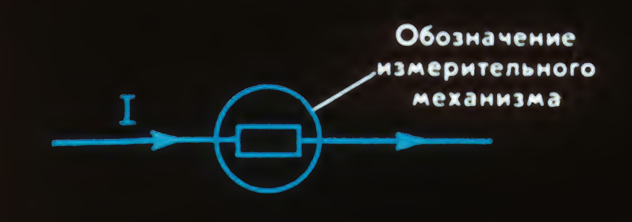
Электрическая схема амперметра.

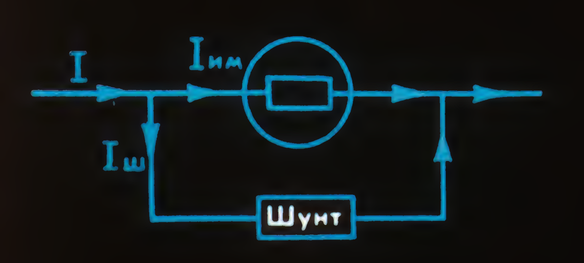
Зажимы для включения во внешнюю цепь

Контакты для подключения к измерительному механизму

Шунт демонстрационного амперметра.

Применение шунта позволяет уменьшить силу тока, протекающего через измерительный механизм, и тем самым увеличить предел измерений амперметра.





$$I_{им} R_{им} = I\,R$$

$$R = \frac{R_ш\,R_{им}}{R_ш + R_{им}}$$

$$I_{им} = \frac{I}{1 + R_{им}/R_ш}$$

В противоположность амперметру вольтметр должен обладать значительным сопротивлением. Поэтому последовательно с обмоткой измерительного механизма включают добавочное сопротивление.



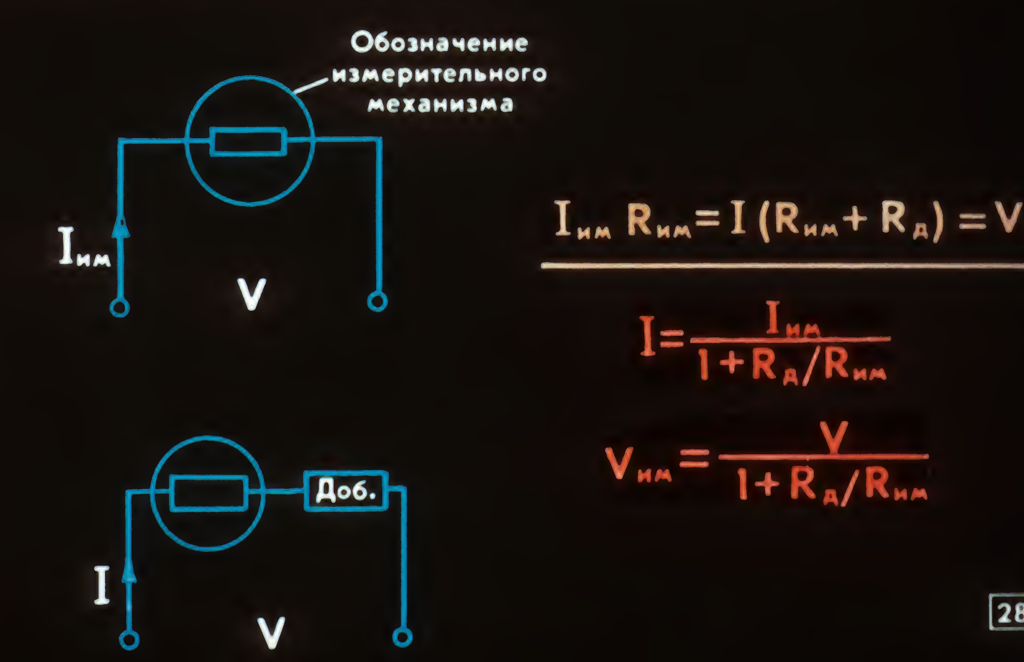
Электрическая схема вольтметра.

Зажим для включения во внешнюю цепь

Контакт для зажима измерительного механизма

Добавочное сопротивление демонстрационного вольтметра.

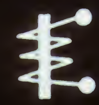
Добавочное сопротивление вольтметра играет ту же роль, что и шунт амперметра: за счет уменьшения силы тока в измерительном механизме (обмотке рамки) увеличивается предел измерений прибора.





Существуют измерительные механизмы других систем. Например, в приборах **электромагнитного** типа поворот стрелки обусловлен перемещением магнитного сердечника, который втягивается в неподвижную катушку при протекании тока по ее обмотке. Назначение демпфера—ускорить затухание колебаний подвижной части.

Условное обозначение



Электродинамический измерительный механизм содержит две катушки. Он пригоден для измерения мощности тока в нагрузке, если подвижная катушка включена последовательно с нагрузкой, а неподвижная—параллельно.

Подвижная катушка

Неподвижная катушка

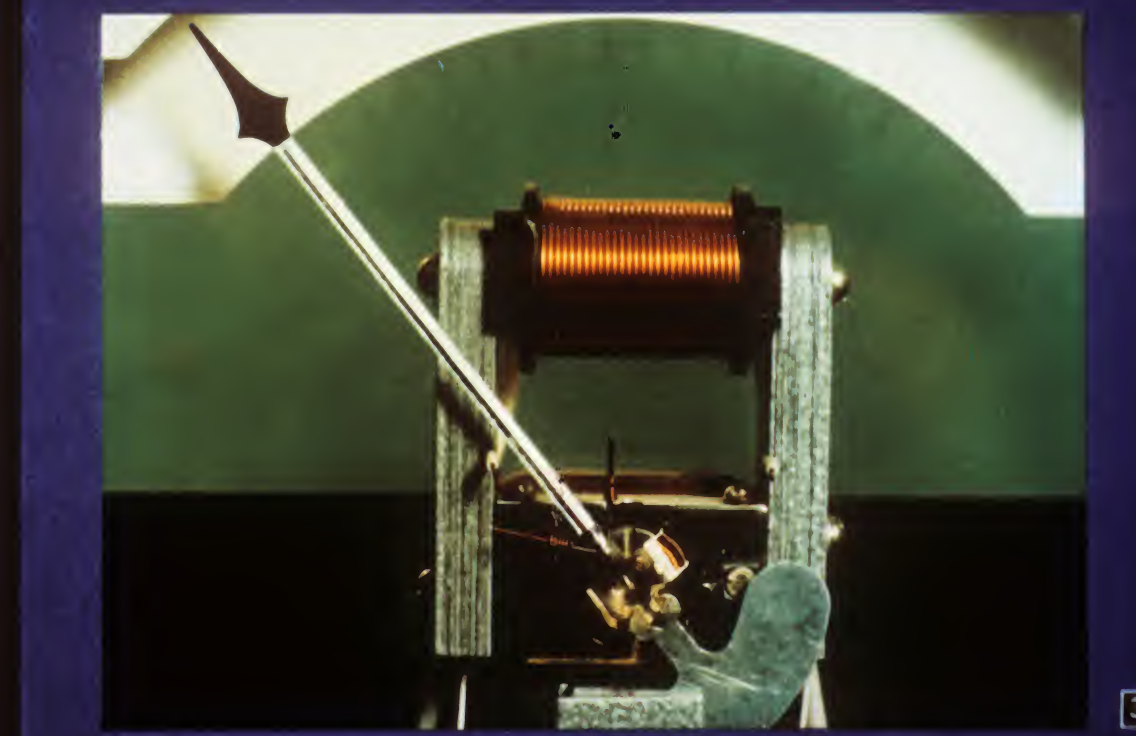
Демпфер

Корректор



Схема измерения мощности тока в нагрузке.

Перед вами измерительный механизм ваттметра. Обратите внимание на расположение катушек и устройство демпфера.



А в этом измерительном механизме используется тепловое действие тока. Объясните принцип его работы.

Нагреваемая проволока

Барабан

Нитка

Пружина

Корректор

Условное обозначение



Важнейшая характеристика любого прибора — класс точности. Он указывает наибольшую допустимую основную погрешность (ОП) измерений (в % от суммы конечных значений шкалы).

0 V 15

2,5

$ОП \leq \frac{2,5\%}{100\%} \cdot 15\,В \approx 0,4\,В$

0

mA

1,5

$ОП \leq \frac{1,5\%}{100\%} \cdot 2\,мА = 0,03\,мА$

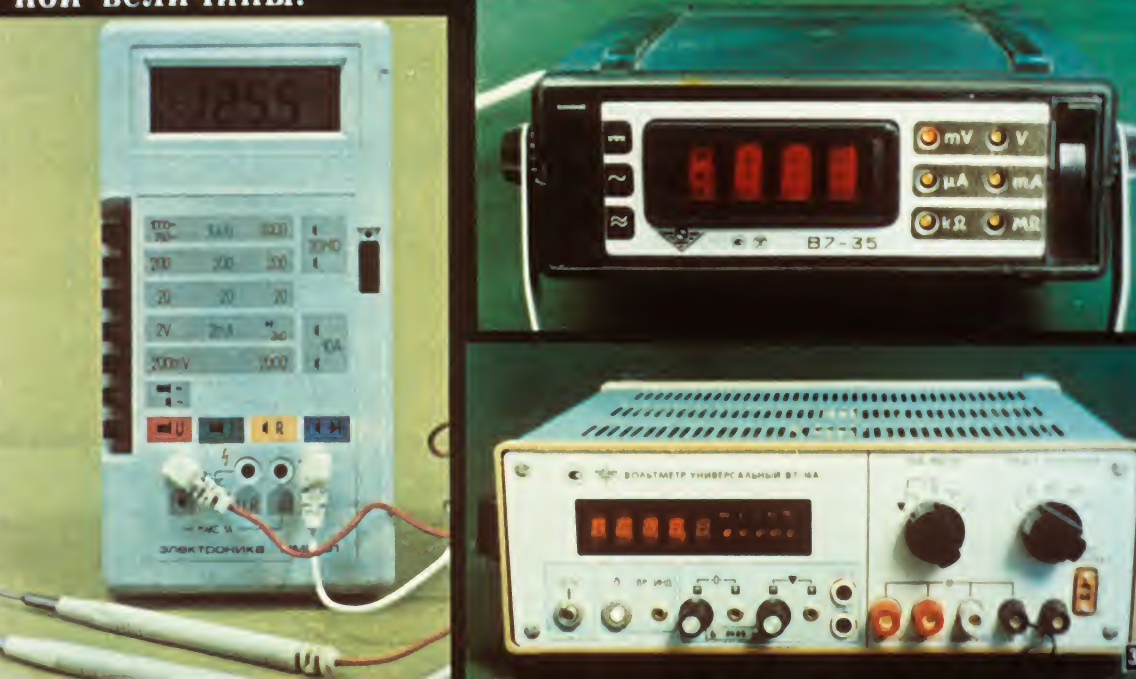
0 1000 100 10 1



Для практических применений удобны многофункциональные (комбинированные) приборы, позволяющие измерять несколько электрических величин в разных диапазонах.



На смену стрелочным приборам приходит цифровая измерительная техника. В цифровом приборе имеется так называемое кодирующее устройство, которое осуществляет дискретное представление измеряемой непрерывной величины.





КОНЕЦ

Диафильм создан по программе средней общеобразовательной школы

Автор
Е. ДИРКОВА
Консультант
кандидат физико-математических наук
А. ВОСКАНЯН
Художник-оформитель
В. ЕРМОЛАЕВА
Редактор
И. КРЕМЕНЬ

Д-119-90

103062, Москва,
Старосадский пер., 7
Цветной 0-80